

公告本

第 92119872 號
 初審
 再審 (審理引証附件)

A4
C4

申請日期	88.9.2
案號	88115139
類別	H01L 21/007

(以上各欄由本局填註)

423048

發明專利說明書

一、發明 名稱 新型	中文	相位移光罩曝光校正方法
	英文	
二、發明 人 創作	姓名	一、郭正錚 二、林華泰 三、林佳惠
	國籍	一、中華民國 二、中華民國 三、中華民國
	住、居所	一、新竹縣竹北市華興街 127-4 號 二、台南永市富強路二段 19 巷 14 弄 18 號 三、新竹市光復路一段 376 巷 327 號 5 樓
三、申請人	姓名 (名稱)	台灣積體電路製造股份有限公司
	國籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹科學工業園區新竹縣園區三路 121 號
	代表人 姓名	張忠謀

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS) A4 規格 (210×297公釐)

423048

A5
B5

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

相位移光罩曝光校正方法

一種相位移光罩曝光之修正方法，採用改變光罩線寬的方式，調整曝光顯影後的光阻線寬，並針對不同光阻線寬與線間距比值，採用不同修正量。首先確定所需製作的各光阻線的線寬與相鄰光阻線間的間距。然後選定光罩的基準線寬，再將光阻線線寬與線間距比值區分成若干範圍區間，並按照所區分的比值範圍區間，將光罩圖案劃分成若干修正區域。根據每一區域所對應的比值範圍，決定各區域線寬的修正量。以基準線寬加上對應的線寬修正量，作為光罩上的修正線寬，線間距則減去一相同的線寬修正量，使線寬與線間距的總和不變。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝訂線

英文發明摘要(發明之名稱：)

423048

A7
B7

五、發明說明()

5-1 發明領域：

本發明係有關於一種半導體製程，特別是一種曝光校正的方法。

5-2 發明背景：

隨著科技日新月異的發展，半導體工業技術不斷地進步，積體電路晶片上的元件積密度也日益提高，使產品能夠在體積、速度等特性上，不斷地推陳出新。在高積密度的趨勢下，晶圓上半導體元件的尺寸逐漸縮減，各種不同特性區域的可用面積，均必須於各種技術條件的配合下予以減小。而在各種半導體製程技術中，直接影響到元件尺寸與積密度的關鍵，莫過於微影(photolithography)製程了。

一般的微影製程，是將積體電路晶圓上各膜層的預定成形圖案，製作在光罩上；然後以曝光(exposure)的方法，將光罩上的圖案轉移到晶圓上所塗佈的光阻層；經過顯影(development)之後，光阻層便具有下方膜層的預定成形圖案。以一般最常採用的正光阻為例，顯影後的光阻圖形，將為光罩上不透光區域的圖案，按照所預定的投影比例縮小的圖像。

〔請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁〕

裝
訂
線

423048

A7

B7

五、發明說明()

在傳統微影製程中所採用的光罩多為二元光罩 (Binary Mask, BIM)，以光罩上的透光區域及不透光區域的二元分佈來形成圖案。在前述正光阻的使用下，光罩上的不透光區域即構成所預定轉移的光阻圖案。然而由於光學繞射現象的影響，在一定的波長條件下，二元光罩所能達到的最高解析度有其限制，當所要求的積集度越來越高，元件尺寸以及導線線寬越趨縮小時，二元光罩漸漸不符合曝光精度的要求，於是發展出相位移光罩 (Phase-Shift Mask, PSM) 的技術。

相位移光罩係利用不同相位的透射光線互相增減抵消的干涉現象，經過適當的設計配置，改變光阻上的繞射強度分佈，以增進曝光的精確度。由於不同圖案所需的相位移配置方式不盡然相同，因此發展出多種不同的相位移光罩，其中，交替式相位移光罩 (Alternating PSM) 特別適用於系列光阻線的曝光顯影。

交替式相位移光罩係將相鄰透光區域的透射光線反相。使交界區域的光強度互相抵消，以增進光阻線的曝光解析度。第一圖顯示出以一交替式相位移光罩轉移金屬內連線圖形的光罩配置。其中斜線部份 10 為光罩上的不透光區，包含中央線形的內連線圖案區，以及周圍方形的保護區。空白部份 20 及 30 則為透光區域，可以採用改變透明介質厚度的方式，使區域 20 與區域 30 的透射光線互

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

423048

A7

B7

五、發明說明()

相具有 180 度的相位差。在此一相位差安排下，光阻線邊緣的繞射光強度將互相抵消，使二光阻線間的解析度大為增高。

第二 A 圖至第二 D 圖顯示以第一圖中所示之相位移光罩進行曝光顯影的情形。第二 A 圖為光罩的剖面圖，一般多以石英質透明基材 5 作為光罩的基板，並在其上鍍一層鎔(Cr)膜作為不透光區 10 的阻光層，並採用調整石英基材厚度的方式，使區域 20 與區域 30 的透射光線互相具有 180 度的相位差。

當以第二 A 圖中箭號所示方向對第二 D 圖中的晶圓 40 進行曝光時，晶圓上的受光幅度分佈將如第二 B 圖中所示，由於光學繞射現象的作用，在鎔膜不透光區 10 的對應區域邊緣，光的繞射幅度並非為 0，然而在相位移光罩的設計配置下，振幅相反的光波將可互相抵消，而形成如第二 C 圖中的強度分佈，進而在晶圓 40 上顯影形成解析度較佳的光阻 50 的圖案。

然而，交替式相位移光罩雖然可以增進光阻線的曝光解析度，達成更小的元件尺寸，卻會遭遇到較傳統二元光罩(BIM)更嚴重的近接效應(proximity effect)問題。對於相同軸距的光阻線而言，此一現象在光阻線寬與線間距比值愈大時，所造成的影响愈大，這是由於繞射現象加強的緣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
綫

42304

A7

B7

五、發明說明()

故。不同於傳統二元光罩的是，二元光罩所產生的繞射現象會使邊緣的繞射強度疊加，使線寬增大。而交替式相位移光罩所產生的繞射現象則使邊緣的繞射強度抵消，使線寬減小。以線寬為 0.13 微米的製程而言，當光阻線寬與線間距比值約在 1:2 左右時，以交替式相位移光罩所製成的光阻線寬將不到 0.11 微米，誤差幾達五分之一，遠超過可容忍的範圍，更沒有任何聚焦深度可言。因此，為求能善用交替式相位移光罩來進行更高集成度的半導體製程，必須尋求一妥善的方法來解決上述近接效應所造成的問題。

5-3 發明目的及概述：

鑑於上述之發明背景中，傳統的交替式相位移光罩曝光方式會產生嚴重的近接效應(proximity effect)問題，本發明提供一種相位移光罩曝光之修正方法，採用改變光罩線寬的方式，調整曝光顯影後的光阻線寬，並針對不同光阻線寬與線間距比值的區域，採用不同修正量。針對一需要進行圖案轉移的電路佈局圖案，首先確定所需製作的各光阻線的線寬以及相鄰光阻線間的線間距。然後根據所採用的微影製程條件，選定光罩的基本線寬。

接著將光阻線線寬與線間距比值區分成若干範圍區間，並按照所區分的線寬與線間距的比值範圍區間，將光罩圖案劃分成若干修正區域，使光罩的每一個修正區域，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

423

A7

B7

五、發明說明()

分別對應於一線寬與線間距比值的特定範圍。根據每一區域所對應的線寬與線間距的比值範圍，決定各區域線寬的修正量。當對應之光阻線線寬與線間距的比值小於一臨界比值時，線寬修正量為 0，直接採用基準線寬作為光罩線寬。而在對應之光阻線線寬與線間距的比值大於臨界比值的部份，則以基準線寬加上對應的線寬修正量，作為光罩上的修正線寬，線間距則減去一相同的線寬修正量，線寬與線間距的總和不變。在光罩圖案上的每個修正區域，分別對應於一個線寬修正量。值域範圍越高的區域，所對應的線寬修正量也越大。最後，根據所欲製作的光阻圖案以及相對應之光罩線寬，完成具光阻曝光圖案的光罩對應圖案，同時根據所設計的相位移配置調整光罩各區域的厚度，然後據以進行曝光、顯影等製程。

5-4 圖式簡單說明：

本發明的較佳實施例將於往後之說明文字中輔以下列圖形做更詳細的闡述：

第一圖為一具金屬內連線圖形的交替式相位移光罩配置圖；

第二 A 圖為第一圖中所示之相位移光罩的剖面圖；

第二 B 圖為以第二 A 圖所示之相位移光罩進行曝光時，晶圓上的受光幅度分佈圖；

第二 C 圖為以第二 A 圖所示之相位移光罩進行曝光

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

42304

A7

B7

五、發明說明()

時，晶圓上的受光強度分佈圖；

第二D圖為以第二A圖所示之相位移光罩進行曝光後之晶圓光阻圖案；

第三圖為根據本發明進行相位移光罩微影製程的實施流程圖

第四圖為傳統方法中，未進行線寬修正所形成之光阻線寬對偏焦距離(defocus)的函數圖形；

第五圖為根據本發明第一實施例所形成之光阻線寬對偏焦距離的函數圖形；

第六圖為根據本發明第二實施例所形成之光阻線寬對偏焦距離的函數圖形；以及

第七圖為根據本發明第三實施例所形成之光阻線寬對偏焦距離的函數圖形。

5-5 發明詳細說明：

本發明提供一種相位移光罩曝光近接效應之修正方法，採用改變光罩線寬的方式，調整曝光顯影後的光阻線寬，並針對不同光阻線寬與線間距比值的區域，採用不同修正量。

第三圖為以本發明進行相位移光罩微影製程的實施流程圖。針對一需要進行圖案轉移的電路佈局圖案，首先需要確定在佈局圖案轉移時，所需製作的各光阻線的線寬。

42304

A7
B7

五、發明說明()

以及相鄰光阻線間的線間距(步驟 301)，亦即確認製程中所採用的設計規則(design rule)。

佈局圖案各部份的光阻線線寬與線間距確定之後，即可選定光罩阻光區域的基本線寬(步驟 302)。此一阻光區域的基本線寬，係在理想的狀況下，以所採用的微影製程條件，可以經由曝光與顯影程序，將光罩圖案轉移至光阻上，而在光阻上形成所預定的設計線寬。在一實施例中，若採用五倍的投影曝光方法，則基本線寬可為光阻預定線寬的五倍；若採用十倍的投影曝光方法，則基本線寬可為光阻預定線寬的十倍。在其它條件的考量下，也可以採用加強曝光(over exposure)方法，例如增加光源能量或是延長曝光時間；如此在一般正光阻的使用下，將會使光阻線的邊緣部份的輻射強度增加，原本部份因曝光強度不足而存留的區域，將因總曝光量增加而在顯影時被去除，使光阻線窄化；於是光罩上必須採用更大的線寬，方能彌補此一窄化現象。此時五倍的投影曝光方法必須採用大於光阻預定線寬五倍以上的基本線寬；而十倍的投影曝光方法則必須採用大於光阻預定線寬十倍以上的基本線寬；其調整量視所使用的曝光量而定。

接著將光阻線的線寬與線間距的比值區分成若干範圍區間，並按照所區分的線寬與線間距的比值範圍區間，將光罩圖案劃分成若干修正區域(步驟 303)。光罩的每一個修

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

423043

A7
B7

五、發明說明()

正區域，分別對應於一線寬與線間距比值的特定範圍，亦即在光阻上的對應區域中，主要的線寬與線間距比值係在該特定範圍之中。對於這些比值範圍的區分，則必須根據不同的光阻線寬設計規則、微影條件、光源波長的採用、聚焦深度(Depth Of Focus, DOF)、以及誤差容忍度等等的製程條件與精確度要求，來進行規劃選擇。

修正區域劃分之後，即可根據每一區域所對應的線寬與線間距的比值範圍，決定各區域線寬的修正量(步驟304)。對應於最低值域範圍的區域，也就是在相同線寬要求下線間距最大的部份，其對應之光阻線線寬與線間距的比值若小於一臨界比值，則可以直接採用基準線寬作為光罩線寬，不需要採行進一步的修正，線寬修正量為0。

而在對應之光阻線線寬與線間距的比值大於臨界比值的部份，則必須以基準線寬加上對應的線寬修正量，作為光罩上的修正線寬。由於區域總面積固定，相鄰光罩線的軸心距不變，因此線間距必須減去一相同的線寬修正量，亦即線寬與線間距的總和不變，而線寬的增加量等於線間距的減少量。在光罩圖案上的每個修正區域，分別對應於一個線寬修正量及修正線寬。值域範圍越高的區域，所對應的線寬修正量與修正線寬也越大。亦即，在以一特定臨界比值所區分的二相鄰值域範圍中，值域範圍較高者比值域較低者具有更小的線寬修正量。此一線寬修正量與修正

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂線

423048

A7
B7

五、發明說明()

線寬的大小，必須根據各種配合的製程條件以及對於精確度的要求而定，不同的精確度要求產生不同的誤差容忍度，也就分別可適應不同程度的線寬修正。

當光罩上各部份的圖案與線寬已然確定，即可根據所欲製作的光阻圖案以及相對應之光罩線寬，形成阻光區域於該相位移光罩之上，完成具光阻曝光圖案的光罩對應圖案(步驟 305)，同時根據所設計的相位移配置調整光罩各區域的厚度，以製作完整的相位移光罩。然後據以進行曝光、顯影等製程。

以下在第四圖至第七圖中，針對 0.13 微米的光阻線寬進行微影製程光學模擬，並以形成之光阻線寬對偏焦距離(defocus)的函數圖形，顯示採用本發明進行微影製程所達成的效果。其中偏焦距離(defocus)為採用投影曝光方法時，晶圓上之光阻曝光面位置與光源焦距位置間的偏離距離。圖形 4a、5a、6a 與 7a 為針對線寬與線間距比值為 1:2 的光阻圖形，亦即線間距為 0.26 微米的情形進行微影製程所得的結果。4b、5b、6b 與 7b 則為針對線寬與線間距比值為 1:3 的光阻圖形，亦即線間距為 0.39 微米的情形進行微影製程所得的結果。4c、5c、6c 與 7c 為針對線寬與線間距比值為 1:4 的光阻圖形，亦即線間距為 0.52 微米的情形進行微影製程所得的結果。4d、5d、6d 與 7d 為針對線寬與線間距比值為 1:5 的光阻圖形，亦即線間距為 0.65

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

423048

A7
B7

五、發明說明()

微米的情形進行微影製程所得的結果。

第四圖為未進行線寬修正，而一律採用基準線寬作為光罩線寬的情形。今以 10% 作為誤差容忍度，當晶圓上之光阻受光面位於光源焦距位置時，偏焦距離(defocus)為 0，此時預定線寬與線間距比值為 1:3、1:4 及 1:5 的情形皆在可接受範圍內，且其線寬分別在偏焦距離 400、600 及 700 奈米(nm)時達到 10% 的可容忍的下限，亦即 0.117 微米。此時其聚焦深度分別可達 0.8、1.2 及 1.4 微米，亦即在 10% 誤差的容許線寬範圍內，光阻層可達成的厚度。然而線寬與線間距比值為 1:2 的情形卻完全超出所定的容許誤差，即使在偏焦距離為 0 時，線寬仍未及 0.11 微米，誤差幾達容許值的兩倍，而聚焦深度則為 0。

第五圖中顯示出本發明第一實施例的效果達成圖。在此一實施例中，採用 1:2 作為臨界比值，將光罩分二修正區域，其中預定線寬與線間距比值為 1:3、1:4 及 1:5 的區域不採用線寬修正量，而以基準線寬作為光罩線寬，得出與第四圖中所示相同的結果，聚焦深度分別可達 0.8、1.2 及 1.4 微米。而預定線寬與線間距比值為 1:2 的修正區域則採用 0.05 微米作為線寬修正量，亦即此區域的光罩修正線寬為 0.18 微米，而線間距則為 0.21 微米。此時達成的光阻線寬在偏焦距離為 0 時，約為 0.118 微米；在偏焦距離為 100 奈米時，則約為 0.117 微米，恰在誤差容忍度

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂線

42304

A7

B7

五、發明說明()

即此區域的光罩修正線寬為 0.22 微米，而線間距則為 0.17 微米。此時達成的光阻線寬在偏焦距離為 0 時，約為 0.131 微米；在偏焦距離為 300 奈米時，則約為 0.117 微米，恰在誤差容忍度之內。在此一實施例中，不但光阻線寬的精確度進一步提升，且聚焦深度更達到 0.6 微米的最佳狀況。

根據以上所述，採用本發明所提供的相位移光罩微影曝光方法，以改變光罩線寬的方式，調整曝光顯影後的光阻線寬，並針對不同光阻線寬與線間距比值的區域，採用不同修正量，可以解決傳統的相位移光罩在微影曝光時所產生的近接效應(proximity effect)問題，有效改善光阻線寬因光學繞射作用而窄化的現象，且曝光製程的聚焦深度也因之提升。本發明並可根據對於製程窗口(process window)的要求，而彈性地採用不同的線寬修正量；線寬修正的決定過程，可以選擇在光罩相位移配置設定之前進行，也可以選擇在光罩相位移配置設定之後進行，不須受到限制。本發明特別適用於光阻線寬小於 0.15 微米以下的微影製程。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之中申請專利範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

-42304849 4230A8
B5
C3
D8

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂線

申請專利範圍：

1. 一種製作相位移光罩顯影圖案的方法，該方法至少包含：

確定曝光後預定的光阻線寬與相鄰的光阻線間距；

決定光罩阻光區域的基本線寬；

將光阻線寬與光阻線間距的比值，區分成複數個值域範圍；

決定每個值域範圍所對應的線寬修正量；

將光罩劃分成一個以上的修正區域，每個修正區域對應於一個該光阻線寬與光阻線間距比值的值域範圍；

決定光罩阻光區域的對應線寬，該對應線寬為該基本線寬加上該阻光區域所在之該修正區域對應的線寬修正量，同時該光罩阻光線間距則減去該對應的線寬修正量；並

根據所設定的光阻圖案以及相對應之光罩阻光區域的對應線寬，形成阻光區域於該相位移光罩之上。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述之相位移光罩為交替式相位移光罩(Alternating Phase-Shift Mask)。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中上述之光阻線寬與光阻線間距比值的值域範圍越高時，所對應的該線寬修正量越大。

42304

A8
B8
C8
D8

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之基準線寬，係根據所預定採用的投影曝光倍數、光源能量以及曝光時間予以決定。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之線寬修正量，係根據不同的光阻線寬設計規則、微影條件、光源波長的採用、聚焦深度 (Depth Of Focus, DOF)、以及誤差容忍度等製程條件與精確度要求，來進行規劃選擇。
6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，適用於光阻線寬小於 0.15 微米的情形。
7. 一種製作相位移光罩的方法，該方法至少包含：
 確定曝光後預定的光阻線寬與相鄰的光阻線間距；
 決定光罩阻光區域的基準線寬；
 將光阻線寬與光阻線間距的比值，區分成複數個值域範圍；
 決定每個值域範圍所對應的線寬修正量；
 將光罩劃分成一個以上的修正區域，每個修正區域對應於一個該光阻線寬與光阻線間距比值的值域範圍；
 決定光罩阻光區域的對應線寬，該對應線寬為該基準線寬加上該阻光區域所在之該修正區域對應的線寬修正量，同時該光罩阻光線間距則減去該對應的線寬修正量；

423048

AS
BS
CS
DS

六、申請專利範圍

根據所設定的光阻圖案以及相對應之光罩阻光區域的對應線寬，形成阻光區域於該相位移光罩之上；並

根據所設計的相位移配置，進行光罩透光區域的厚度調整。

8. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中上述之相位移光罩為交替式相位移光罩(Alternating Phase-Shift Mask)。

9. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中上述之光阻線寬與光阻線間距比值的值域範圍越高時，所對應的該線寬修正量越大。

10. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中上述之基準線寬，係根據所預定採用的投影曝光倍數、光源能量以及曝光時間予以決定。

11. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中上述之線寬修正量，係根據不同的光阻線寬設計規則、微影條件、光源波長的採用、聚焦深度 (Depth Of Focus, DOF)、以及誤差容忍度等製程條件與精確度要求，來進行規劃選擇。

12. 如申請專利範圍第 7 項之方法，適用於光阻線寬小於 0.15 微米的情形。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

423048

A8
B8
C8
D8

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

13. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中上述之光罩相位移配置的設計過程，係在光罩阻光區域的對應線寬決定之前進行。

14. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中上述之光罩相位移配置的設計過程，係在光罩阻光區域的對應線寬決定之後進行。

15. 一種以相位移光罩形成光阻線的曝光方法，該方法至少包含：

確定光阻線寬與相鄰光阻線間曝光區域寬度；

決定光罩阻光區域的線寬，在相對應之光阻線寬與線間距比值大於一臨界比值的部份，該光罩阻光區域的線寬大於光阻線寬與線間距比值小於該臨界比值的部份之該光罩不透光線寬；

根據所設定的光阻圖案以及相對應之光罩阻光區域的對應線寬，形成阻光區域於該相位移光罩之上。

16. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中上述之相位移光罩為交替式相位移光罩 (Alternating Phase-Shift Mask)。

17. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中上述之線寬修正量，係根據不同的光阻線寬設計規則、微影條件、光源波長的採用、聚焦深度 (Depth Of Focus, DOF)、以及誤差

423048

AB
BB
CG
DG

六、申請專利範圍

容忍度等製程條件與精確度要求，來進行規劃選擇。

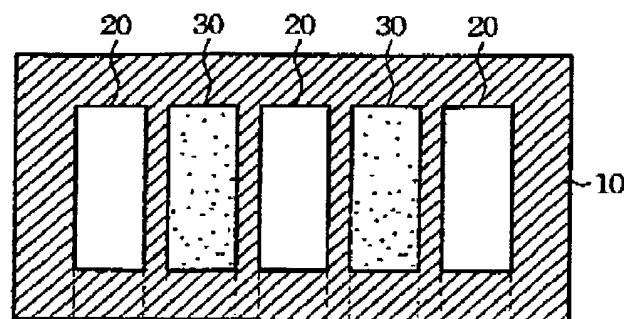
18. 如申請專利範圍第 7 項之方法，適用於光阻線寬小於 0.15 微米的情形。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

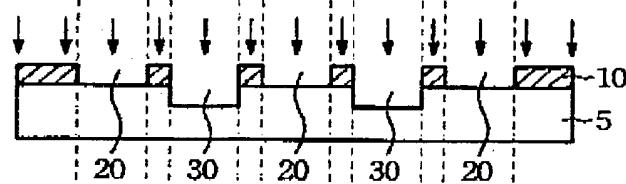
裝
訂
線

88115149

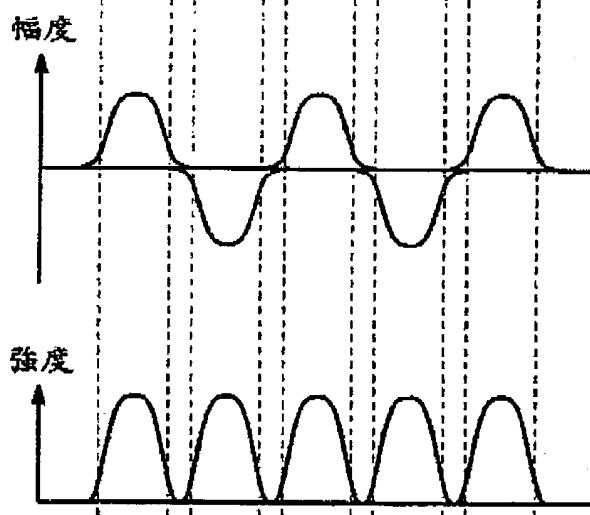
423048



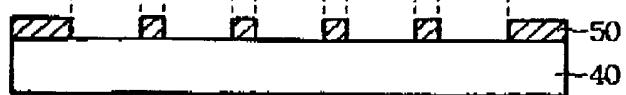
第一圖



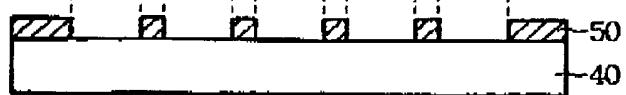
第二圖A



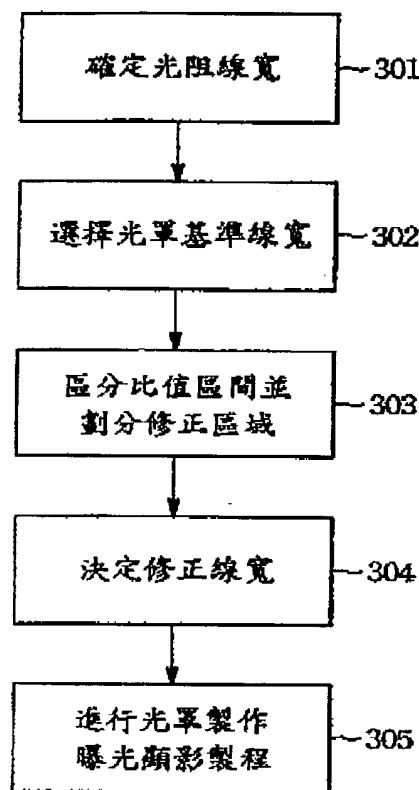
第二圖B



第二圖C



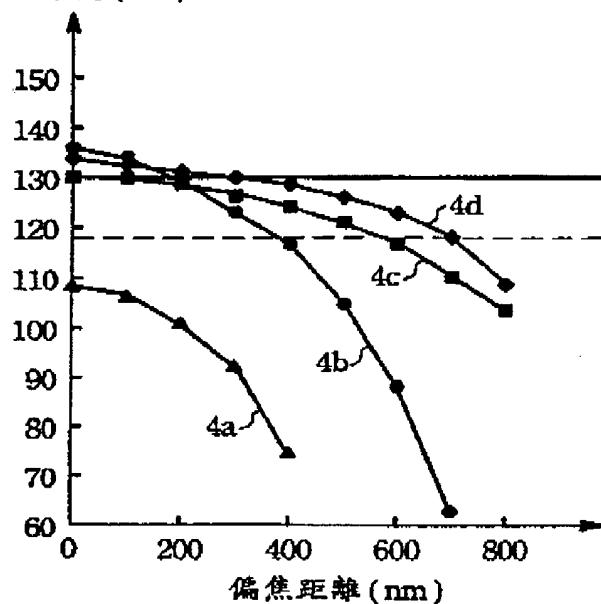
第二圖D



第三圖

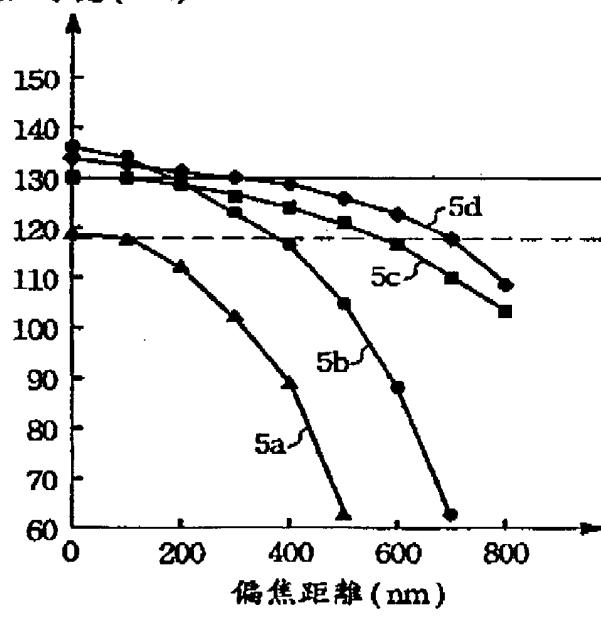
423048

光阻線寬 (nm)



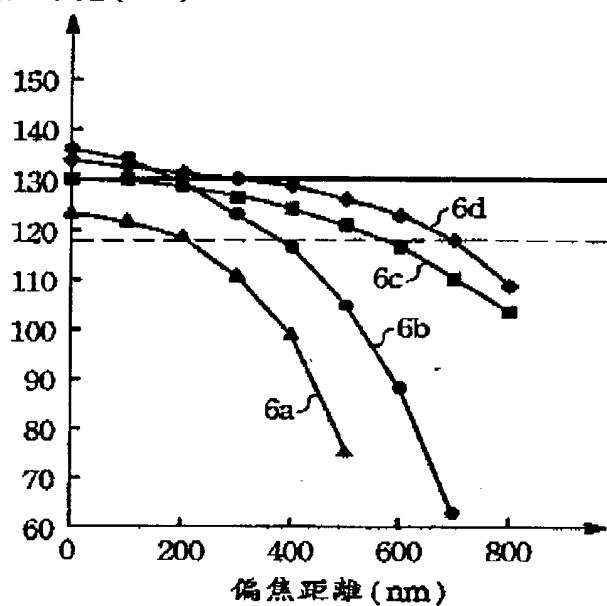
第四圖

光阻線寬 (nm)



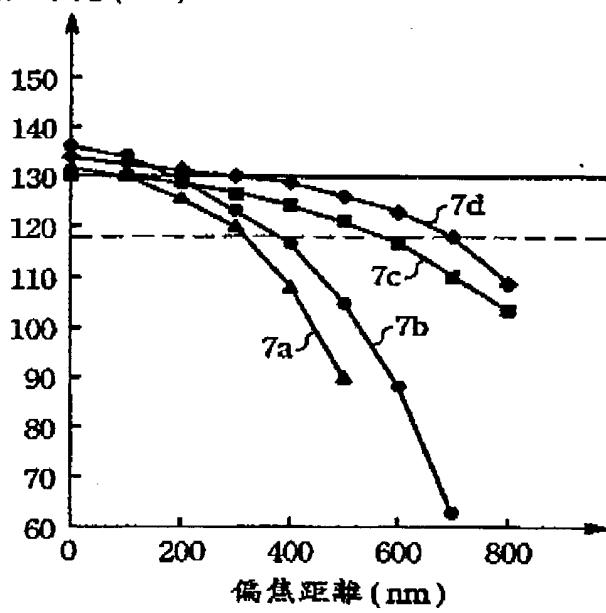
第五圖

光阻線寬 (nm)



第六圖

光阻線寬 (nm)



第七圖